هل تعلم أن الطاقة الحرارية الجوفية هي أكثر مصدر موثوق للطاقة لكنها الأقل استخداماً حتى الآن؟

43 عصر جديد للطاقة الجوفية

قريب المدى | متوسط المدى | **بعيد المدى**

ابتكار أساليب جديدة لاستخراج الطاقة الحرارية الجوفية بالاعتماد على التطور في الذكاء الآلي المتقدم وعلوم المواد الجديدة، بما يتيح هذا المورد الهام من موارد الطاقة النظيفة والمتجددة للعالم بتكلفة معقولة وبدون عوائق جغرافية.

المتغيّرات الغامضة

الطبيعة، التكنولوجيا

التوجهات العالمية الكبرى

تطوّر تقنيات الطاقة

الاتجاهات السائدة

الشراكة بين القطاعات
صافي الانبعاثات الصفري (الحياد المناخي)
المواد الجديدة
إعادة توظيف الأصول
تحول قطاع الطاقة

التكنولوجيا

الذكاء الاصطناعي
التحليلات الفورية

القطاعات المتأثرة

علم البيانات والذكاء الاصطناعي وتعلّم الآلة
التعليم
الطاقة والنفط والغاز والطاقة المتجددة
الخدمات المالية والاستثمار
الخدمات الحكومية
البنية التحتية والبناء
التصنيع
المواد والتكنولوجيا الحيوية
المرافق العامة

الكلمات الرئيسية

الابتكارات الهندسية
الطاقة الحرارية الجوفية
صافي الانبعاثات الصفري (الحياد المناخي)
الطاقة المتجددة
البراكين

الواقع الحالي

تعد الطاقة الحرارية الجوفية أكثر مصادر الطاقة المتجددة موثوقية، إذ تبلغ نسبة توفرها 60% على مدار العام. ورغم ذلك، فإنها المصدر الأقل استخداماً بين مصادر الطاقة المتجددة الأخرى مثل الرياح والطاقة الشمسية، ويرجع ذلك إلى نقص الاستثمارات وانخفاض حصتها في السوق.[1157] العديد من دول شرق أفريقيا تمتلك احتياطيات ضخمة يمكنها تلبية احتياجاتها من الطاقة،[1158] كما أن 15 إلى 22% من أراضي الهند تتمتع أيضاً بإمكانات كبيرة في مجال إنتاج الطاقة الحرارية الجوفية.[1159] وبحلول عام 2050، من المتوقع أن تسهم الطاقة الحرارية الجوفية في تلبية ما بين 4 إلى 7% من احتياجات الكهرباء في أوروبا. وتشير التقديرات إلى أنه حتى عام 2022،[1160] قامت 32 دولة بتشغيل محطات لاستخراج الطاقة الحرارية الجوفية، بقدرة إجمالية بلغت 16,318 ميغاواط،[1161] أي نحو 0.34% من إنتاج الكهرباء العالمي، و0.87% من إنتاج الطاقة النظيفة.[1162]

تعد الطاقة الحرارية الجوفية أكثر مصادر الطاقة المتجددة موثوقية، إذ تبلغ نسبة توفرها

%60

على مدار العام

ورغم أن الطاقة الحرارية الجوفية التقليدية من مصادر الطاقة الواعدة (خاصة في مجال تحقيق الحياد الكربوني)، إلا أنها لا تخلو من التحديات. فقد أظهرت إحدى الدراسات أن إعادة تهيئة آبار النفط لاستخدامها في استخراج الطاقة الحرارية الجوفية[1163] يمكن أن يؤدي إلى خفض انبعاثات الكربون بنسبة 34% مقارنة بأنظمة الطاقة الحرارية الجوفية التقليدية.[1164] وفي الوقت نفسه، يجب أن ينمو إنتاج الطاقة الحرارية الجوفية بمعدل 13% سنوياً لتحقيق هدف صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050.[1165] من ناحية أخرى، يتطلب إنتاج الطاقة الحرارية الجوفية تكاليف رأسمالية مرتفعة (رغم إمكانية تحقيق وفورات في تكاليف التشغيل تتجاوز 90%).[1166]

تعتمد الأنظمة المطبقة لاستخراج الطاقة الحرارية الجوفية على أساليب تقليدية تتطلب الوصول المباشر إلى المياه الجوفية الساخنة أو استخدام التكسير الهيدروليكي للوصول إلى الصخور ذات الحرارة المرتفعة. ومع صعوبة العثور على المياه الجوفية، قد يؤدي التكسير الهيدروليكي إلى استثارة الزلازل،[1167] وهو ما يقصر إمكانية استخدام هذه الأساليب بأماكن محدودة. ومن حيث الطاقة الإنتاجية، تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المركز الأول في إنتاج الطاقة الحرارية الجوفية، تليها إندونيسيا والفلبين وتركيا – في حين توفر الطاقة الحرارية الجوفية أكثر من 30% من الكهرباء في آيسلندا، و45% في كينيا.[1168]

يمكن أن تؤدي إعادة تهيئة آبار النفط لاستخدامها في استخراج الطاقة الحرارية الجوفية إلى **خفض انبعاثات الكربون بنسبة**

%34

مقارنة بأنظمة الطاقة الحرارية الجوفية التقليدية

الفرصة المستقبلية

الطاقة الحرارية الجوفية ليست جديدة، ولكن التكنولوجيا المبتكرة وعلوم المواد والذكاء الآلي المتقدم جعلت الوصول إلى هذه الطاقة أسهل وأقل تكلفة ودون قيود جغرافية.[1169، 1170] وتشمل الأمثلة على هذه الحلول استخدام الاندماج النووي لتسهيل الحفر والوصول إلى الطاقة الحرارية على أعماق تصل إلى 20 كيلومتراً،[1171، 1172] واستخدام التوصيل لتحويل المياه الباردة إلى بخار باستخدام الصخور الساخنة بدلاً من الاعتماد على المياه الجوفية أو التكسير الهيدروليكي.[1173،1174] كما تتضمن الحلول إعادة توظيف منصات النفط البرية المتوقفة عن العمل[1175] واستخدام البخار الساخن الناتج عن الصهارة لإنتاج طاقة تزيد بعشرة أضعاف مقارنةً بالآبار الحرارية الجوفية التقليدية.[1176]

المواد المتقدمة، مثل سبائك النيكل والتيتانيوم، قادرة على تحمل درجات الحرارة العالية،[1177] بينما تساهم المواد الصلبة مثل الرمل والسيراميك في معالجة الشقوق الاصطناعية في الأنظمة الحرارية الجوفية المحسّنة.[1178] ويُمكن للذكاء الآلي المتقدم تسريع تطوير الجيل القادم من محطات الطاقة الحرارية الجوفية من خلال تحسين تصميم الأنظمة، بما في ذلك تخزين الطاقة الحرارية الجوفية،[1179] وتحسين الأداء، وتعزيز اكتشاف الأعطال، خاصةً عند التكامل مع البيانات اللحظية. [1180] كما يمكن دمج الطاقة الحرارية الجوفية في شبكات الطاقة وأنظمة التخزين الحراري تحت الأرض، ولها تطبيقات هجينة تُنتج منتجات ثانوية ذات قيمة اقتصادية، مثل حمض البوريك[1181] والهيدروجين.[1182]

الإيجابيات

مصدر طاقة متجددة وقابلة للتوسع، والإسهام في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وإنتاج منتجات ثانوية ذات قيمة اقتصادية مثل حمض البوريك والهيدروجين.

المخاطر

ارتفاع تكاليف التنفيذ، وعدم تحمل المواد المستخدمة للظروف الحرارية العالية، والتسبب غير المقصود في حدوث زلازل.

الطاقة الحرارية الجوفية ليست جديدة، ولكن التكنولوجيا المبتكرة وعلوم المواد والذكاء الآلي المتقدم جعلت الوصول إلى هذه الطاقة أسهل وأقل تكلفة ودون قيود جغرافية